Archive of SID

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره هفتم، شماره ۱۶، تابستان ۱۳۹۷
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۳/۲۴
صفحات: ۲۱۰ - ۱۹۵

اولویت‌بندی عوامل موثر بر زمین‌لغزش و پهنه‌بندی خطر آن با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (مطالعه موردی: حوضه وارک)

سیامک بهاروند[۱]*، جعفر رهنمارد[۲]، سلمان سوری[۳]

چکیده

زمین لغزش از جمله بلایای طبیعی است که همه ساله زیانهای جانی و مالی هنگفتی را در کشورهای مختلف به بار می‌آورد. شناسایی و طبقه‌بندی نواحی مستعد لغزش و پهنه‌بندی خطر آن گامی مهم در ارزیابی خطرات محیطی به شمار رفته و نقش غیر قابل انکاری را در مدیریت حوضه‌های آبخیز ایفا می‌نماید. این تحقیق با هدف پهنه‌بندی خطر نسبی ناپایداری دامنه‌ای و وقوع زمین‌لغزش در حوضه وارک، با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار صورت گرفته است. به منظور بررسی پایداری دامنه‌ها در این حوضه ابتدا لغزش‌های حوضه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر گوگل ارث و بازدیدهای میدانی شناسایی و ثبت گردیدند. با قطع نقشه‌های عوامل موثر بر لغزش با نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها، تاثیر هر یک از عوامل شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، ارتفاع، لیتولوژی، شدت زمین‌لرزه، فاصله از گسل، جاده، چشمه و آبراهه به ناپایداری شیب‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS برآورد گردید و نقشه هر یک از عوامل به ترتیب با استفاده از منطق فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، استانداردسازی و وزن‌دهی شده است. بررسی عوامل موثر بر خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک نشان می‌دهد که به ترتیب دو عامل شیب و لیتولوژی بیشترین نقش را در رخداد زمین‌لغزش‌های منطقه دارا می‌باشند. بر اساس نتایج پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار به ترتیب ۱۳/۸۵، ۲۶/۹۰، ۲۷/۸۱، ۲۱/۹۰ و ۹/۵۲ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. بررسی نقشه حساسیت خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک نشان می‌دهد که بیشترین حساسیت به خطر زمین‌لغزش در قسمت‌هایی از شمال، شمال غرب و جنوب غرب منطقه واقع شده است.

واژگان کلیدی: زمین‌لغزش، حوضه وارک، استان لرستان، روش ترکیب خطی وزن‌دار، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

* این مقاله در قالب طرح پژوهشی (کد طرح: ۱۴۸۹۵۱۰۲۲۰۰۱۲) و با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد انجام شده است.

[۱]- استادیار، گروه زمین‌شناسی، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد(نویسنده مسئول) Sbbaharvand53@gmail.com
[۲]- دانشیار، گروه زمین‌شناسی، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان Jrahnama2003@gmail.com
[۳]- کارشناس ارشد، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد Sa.so260@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حرکت توده‌ای مواد، فرآیندهای ژئومورفیک طبیعی هستند که بر اساس ویژگی‌های خاص محیطی یک محل اتفاق می‌افتند (Glade, 2003). این پدیده‌ها که بخشی از فرآیندهای فرسایش دامنه‌ای هستند، سبب انتقال حجم زیادی از مواد دامنه‌ای، مانند سنگریزه‌ها، واریزه‌ها و ... به ته دره‌ها می‌شوند (Larsen and Parks, 1977). حرکت توده‌ای و زمین‌لغزش‌ها تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسانی متعددی رخ می‌دهند (Sarkar et al., 1995) که وقوع آن‌ها، اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی بسیار با اهمیتی را به دنبال دارد.

در ایران لغزش‌های کوچک و بزرگ زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. برخی از آن‌ها فقط خسارت‌های مالی به همراه داشته و برخی دیگر خسارت‌های جانی را نیز در پی داشته‌اند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تا اوایل سال ۱۳۷۸، وقوع حدود ۲۵۹۰ زمین‌لغزه در کشور باعث مرگ ۱۶۲ نفر، تخریب ۱۷۶ باب خانه، ایجاد خسارت مالی به میزان ۱۸۶۶ میلیارد ریال، تخریب ۶۷۶۳ هکتار جنگل، تخریب ۱۷۰ کیلومتر راه ارتباطی و ایجاد رسوب سالانه‌ای به حجم ۹۶۳۸۰۷ متر مکعب شده است (میرصانعی و کاردان، ۱۳۷۸). لذا با توجه به حجم بزرگ خسارت جانی، مالی و اقتصادی زمین‌لغزش‌ها، بررسی علمی این پدیده در راستای در نظر گرفتن تمهیدات لازم جهت کاهش خطرات و خسارات ناشی از آن ضروری می‌باشد.

در این تحقیق از تکنیک‌های سنجش از دور به عنوان روشی جدید، سریع، دقیق و کم هزینه برای به نقشه درآوردن عوامل موثر بر خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک استفاده و به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌های منطقه مورد مطالعه از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده گردیده است. روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش بر اساس روش‌های کیفی یا دانش بنیان (Carrara and Guzzetti, 1995؛ Regmi et al., 2010) و روش‌های کمی (Mathew et al., 2007؛ Tangestani, 2008؛ Yilmaz, 2009) طبقه‌بندی می‌شود. روش ترکیب خطی وزن‌دار بر اساس تلفیق دو مدل سلسله مراتبی (نیمه کیفی) و فازی (کمی) طراحی شده است. در این روش علیرغم سادگی و کارایی بالای مدل سلسله مراتبی، به جهت عدم در نظر گرفتن بی‌دقتی و عدم اطمینان ذاتی ادراکات تصمیم گیرندگان و انعکاس نظرات آنها به صورت یک عدد قطعی سعی شده است تا با استفاده از مفاهیم اساسی نظریه مجموعه‌های فازی و به ویژه اعداد فازی، روشی دقیق‌تر ارائه گردد. تاکنون در زمینه مطالعه خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل‌های سلسله مراتبی و فازی تحقیقاتی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است که برخی از این مطالعات عبارتند از: وی‌دونگ و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تئوری فازی به ارزیابی حساسیت رانش زمین در اطراف استان گوئیژو چین پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که مدل فازی بر اساس تابع ذوزنقه‌ای روش کارآمدی برای پهنه‌بندی رانش زمین در این منطقه است؛ مرادی و همکاران (۲۰۱۲) به تهیه نقشه خطر لغزش در شهر دنا پرداختند نتایج به دست آمده نشان داد که بیش از ۸۲ درصد از لغزش‌های منطقه در کلاس خطر بالا و خیلی بالا قرار دارد؛ مزوقی و همکاران (۲۰۱۲) به تهیه نقشه خطر لغزش در بخشی از شمال مالزی با استفاده از مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که دقت مدل استفاده شده بیش از ۸۰ درصد می‌باشد؛ بهاروند و سوری (۲۰۱۶) به پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه سد ایوشان با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند، در این مطالعه که از عوامل لیتولوژی، شیب، بارندگی، کاربری اراضی، ارتفاع، جهت شیب، فاصله از آبراهه و

www.SID.ir

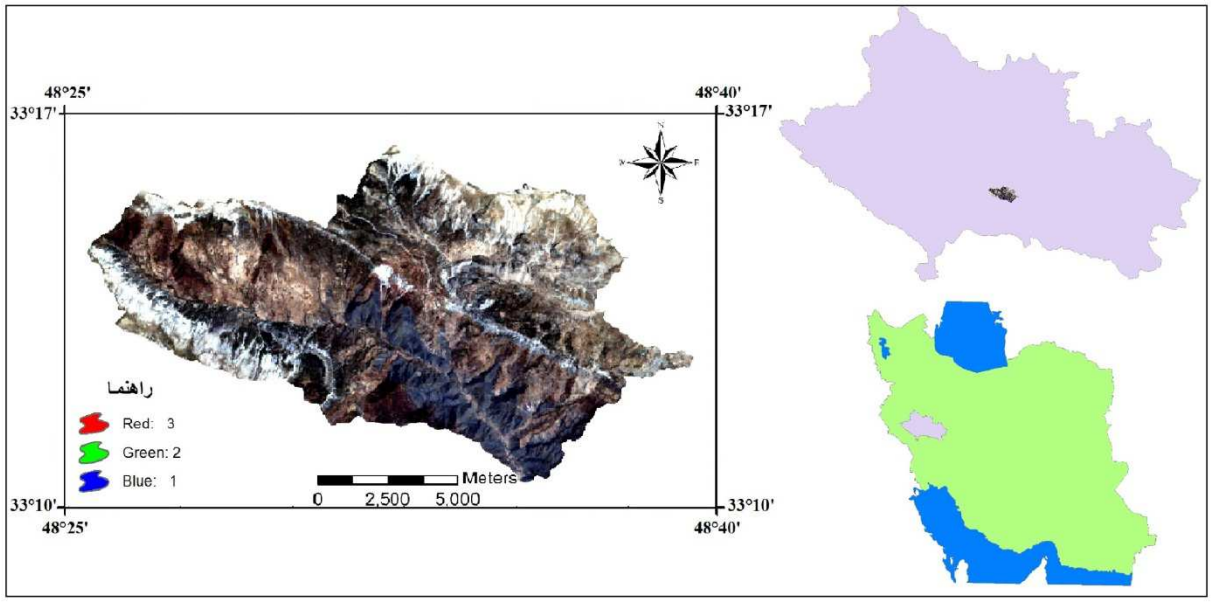
Archive of SID

گسل به عنوان متغیرهای مستقل در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است؛ نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بیش از ۲۶ درصد از مساحت منطقه در کلاس خطر زیاد و خیلی‌زیاد قرار دارد.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز وارک بین طول جغرافیایی ۲۹ ˚۴۸ تا ۳۹ ˚۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۶ ˚۳۳ تا ۲۲ ˚۳۳ شمالی با مساحت ۱۳۹/۹ کیلومتر مربع در ۲۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر خرم آباد در استان لرستان قرار دارد (شکل ۱). این حوضه یکی از زیر حوضه‌های رودخانه دز می‌باشد. بلندترین نقطه ارتفاعی آن ۲۸۰۳ متر و پست‌ترین نقطه ۸۹۳ متر از سطح آزاد دریا قرار دارد. از دیدگاه زمین‌ساختی گسترهٔ مورد بررسی در پهنه زاگرس چین‌خورده قرار گرفته که از طرف شمال به زون زاگرس مرتفع و از طرف جنوب به دشت خوزستان محدود می‌گردد.



شکل۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

تهیه نقشه لایه‌های اطلاعاتی

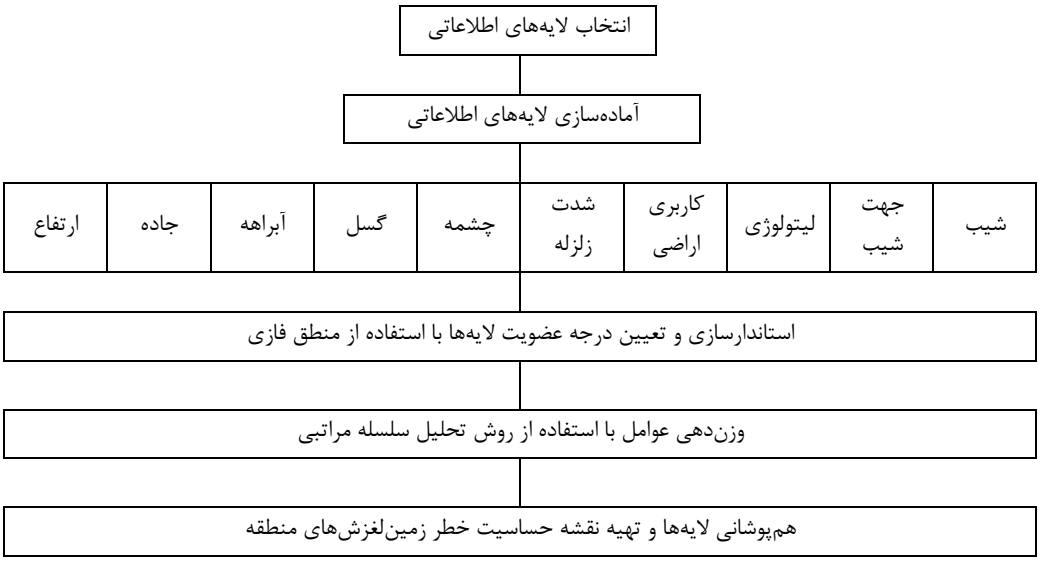
در این تحقیق تحلیل خطر زمین‌لغزش بر مبنای ۱۰ عامل موثر در ناپایداری دامنه‌ها شامل شیب، جهت‌شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، طبقات ارتفاعی، شدت زمین‌لرزه و فاصله از لایه‌های چشمه، گسل، جاده و آبراهه انجام شده است. بعد از تهیه منابع و اطلاعات لازم، کلیه مراحل تحقیق شامل ساماندهی اطلاعات، اجرای مدل‌ها و ارزیابی

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج در محیط نرم افزار Arc GIS 10 انجام گرفته است. به طور کلی مراحل پهنه‌بندی زمین‌لغزش در حوضه وارک در جدول ۱ آمده است.

جدول۱: روش تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار



عوامل مختلف در نظر گرفته شده به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش با توجه به نکاتی از قبیل هدف، مقیاس کار و دقت قابل انتظار، شرایط منطقه، میزان تاثیرگذاری هر عامل و کافی و در دسترس بودن اطلاعات، تعیین می‌شود.

نقشه‌های شیب دامنه، جهت شیب و طبقات ارتفاعی: به منظور تهیه نقشه شیب، جهت شیب و طبقات ارتفاعی از مدل رقومی ارتفاعی (Dem) که از تصاویر سنجنده ASTER در محیط نرم افزار ENVI 4.8 تهیه گردید، استفاده شده است.

لیتولوژی منطقه: نقشه لیتولوژی محدوده مورد مطالعه بر مبنای ترکیب باندی ۵۳۱ سنجنده +ETM، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ خرم‌آباد و مطالعات میدانی تهیه شده است.

کاربری اراضی: نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای TM و تفسیر شاخص NDVI استخراج شده و با عملیات میدانی تکمیل شده است.

نقشه فاصله از گسل: برای تهیه نقشه فاصله از گسل‌های منطقه ابتدا با بررسی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی و کار میدانی، گسل‌های منطقه شناسایی و سپس در محیط نرم افزار ArcGIS نقشه مورد نظر طبقه‌بندی شده است.

نقشه فاصله از آبراهه و خطوط ارتباطی: به منظور تهیه نقشه حریم فاصله از آبراهه و خطوط ارتباطی، شبکه آبراهه‌ها و خطوط ارتباطی از نقشه توپوگرافی استخراج و در محیط نرم‌افزار ArcGIS رقومی گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

نقشه فاصله از چشمه: در این تحقیق به منظور تهیه نقشه فاصله از چشمه‌های منطقه، با مطالعات میدانی موقعیت چشمه‌ها استخراج و در محیط نرم‌افزار ArcGIS رقومی گردید.

نقشه شدت زمین‌لرزه: بدین منظور ابتدا اطلاعات مربوط به بزرگی زمین‌لرزه‌های گذشته بر حسب ریشتر در داخل و اطراف حوضه تهیه شد. سپس با استفاده از رابطه بین بزرگی زمین‌لرزه‌ها (M) و شدت آن (I)، شدت زمین‌لرزه‌ها بر حسب مرکالی محاسبه گردید (رابطه ۱) (قبادی و چرچی، ۱۳۸۱). در نهایت با درون‌یابی بین نقاط لرزه‌ای در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه شدت زمین‌لرزه‌ها تهیه شده است.

$$M = 0.77I - 0.07 \quad (۱)$$

روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)

در این تحقیق به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) استفاده شده است. در این روش ابتدا هر یک از لایه‌های اطلاعاتی را با استفاده از روش فازی استاندارد سازی کرده سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و مقایسه دو به دویی وزن هر لایه را تعیین و با تلفیق کلیه لایه‌های استاندارد شده در وزن آن‌ها نقشه نهایی پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش تهیه می‌گردد.

استانداردسازی: با تعیین مجموعه‌ای از معیارها برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری، لازم است که هر معیار به صورت یک نقشه در پایگاه داده‌های GIS ذخیره شود. در اندازه‌گیری صفات، دامنه متنوعی از مقیاس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر همین اساس لازم است، ارزش‌های موجود در لایه‌های مختلف نقشه به واحدهای قابل مقایسه و در تناسب با هم تبدیل شوند. با انجام این کار نقشه‌های استاندارد و قابل مقایسه خواهیم داشت. یکی از روش‌های استانداردسازی، روش فازی است. عملیات فازی‌سازی، ورودی‌ها را گرفته و توسط توابع عضویت مربوطه، یک درجه مناسب به هر یک نسبت می‌دهد (مهجوری، ۱۳۹۱). تابع عضویت را می‌توان بصورت درجه تعلق عناصر مجموعه مرجع به زیر مجموعه‌های آن تعریف کرد و به شکل μc(X) نمایش داده می‌شود. برای به دست آوردن تابع عضویت هیچ الگوریتم مشخصی وجود ندارد بلکه تجربه، نوآوری و حتی اعمال نظر شخصی در شکل‌گیری و تعریف تابع عضویت می‌تواند مؤثر باشد. در این تحقیق با استفاده از تابع عضویت Userdefined نقشه‌های هر یک از عوامل مؤثر بر لغزش به نقشه‌های فازی تبدیل شده‌اند.

وزن‌دهی عوامل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی: AHP یک روش نیمه کیفی در مطالعه زمین لغزش است که شامل یک ماتریس وزن دهی بر مبنای مقایسات زوجی بین عوامل بوده و میزان مشارکت هر یک از عوامل را در وقوع زمین‌لغزش مشخص می‌کند (Ayalew et al., 2005). از مزایای این روش این است که اعمال نظر کارشناسی توسط افراد را تا حد زیادی آسان‌تر کرده و احتمال خطا را کاهش می‌دهد. همچنین در این روش می‌توان تعداد زیادی از عوامل را دخالت داد و با استفاده از نظر کارشناسی وزن هر عامل را به دست آورد (کلارستاقی، ۱۳۸۱).

در تحلیل سلسله مراتبی روش کار بدین صورت است که ابتدا به منظور تعیین ارجحیت عوامل مختلف و تبدیل آنها به مقادیر کمی از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسی) بر مبنای مقایسات زوجی استفاده می‌شود، به طوری که

www.SID.ir

Archive of SID

تصمیم گیرنده ارجحیت یک عامل را نسبت به علل دیگر به صورت جدول (۲) در نظر گرفته و این قضاوت‌ها را به مقادیر کمی بین ۱ الی ۹ تبدیل می‌نماید. سپس نتایج این مقایسات، برای محاسبه شاخص ناسازگاری[1] به نرم افزار Expert Choice وارد می‌گردد. اگر شاخص محاسبه شده کمتر از ۰/۱ باشد نتایج قابل قبول بوده و در غیر این صورت باید دوباره در وزن‌دهی تجدید نظر شود.

جدول۲: طبقه‌بندی ارجحیت مقادیر وزن‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی (Saaty and Vargas, 2001)

توصیف زبانی ارجحیت طبقات	مقدار عددی وزن‌ها
کاملاً مهم یا کاملاً مطلوب تر	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مطلوب تر یا کمی مهم تر	۳
اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
اولویت بین فواصل	۲، ۴، ۶ و ۸

ارزیابی روش استفاده شده

برای ارزیابی نقشه تهیه شده بر اساس روش ترکیب خطی وزن‌دار، تلفیق نقشه نقاط لغزشی با نقشه خطر زمین‌لغزش، مقدار لغزش‌ها در طبقات مختلف خطر محاسبه و در مرحله بعد با استفاده از رابطه ۲ میزان دقت مدل بر حسب درصد محاسبه می‌شود.

$$P = \frac{KS}{S} \qquad (۲)$$

در این رابطه، P: احتمال تجربی، KS: مساحت لغزش یافته در رده‌های خطر متوسط به بالا و S: مساحت کل لغزش‌های منطقه است. هرچه احتمال تجربی مدل مورد استفاده به ۱۰۰ درصد نزدیکتر باشد، برای پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در منطقه مناسب‌تر است.

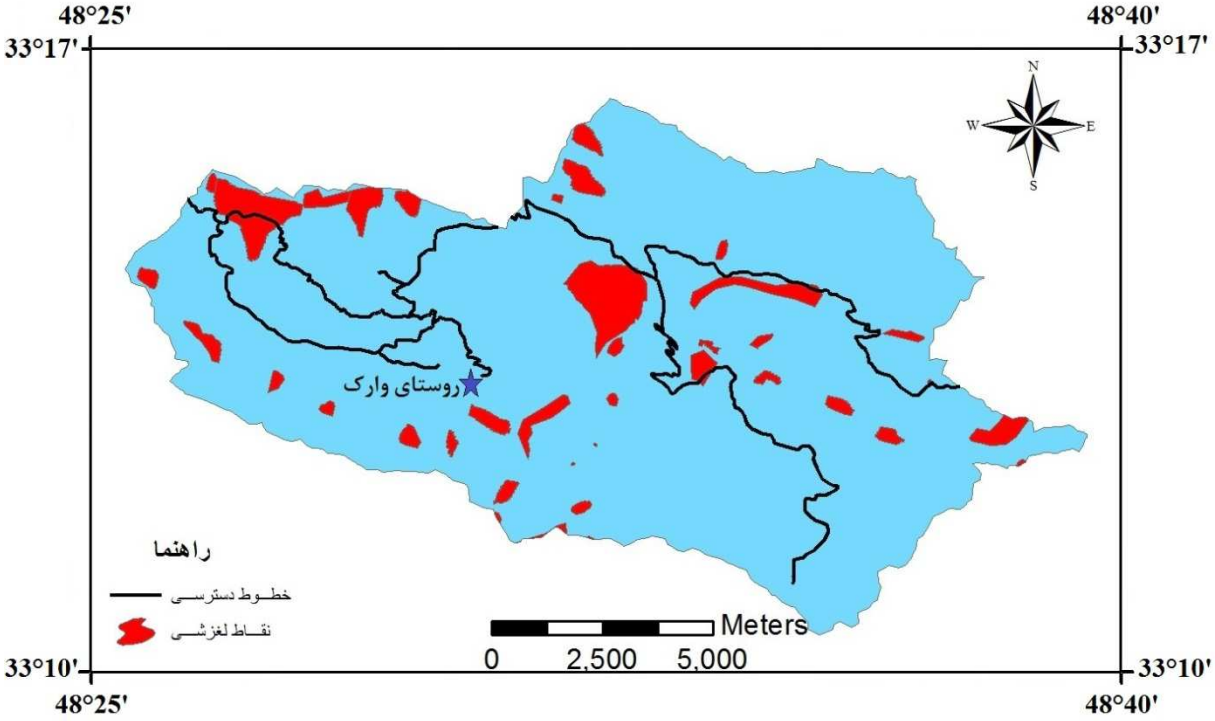
نتایج و بحث

اولین گام در تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده در آن منطقه می‌باشد. این نقشه مبنای تصمیم‌گیری‌های بعدی است، بنابراین در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه و تصاویر گوگل ارث لغزش‌های اتفاق افتاده و مناطق مشکوک به لغزش در منطقه شناسایی شدند و لذا برای تکمیل اطلاعات و ثبت لغزش‌های جدید، بازدید صحرایی انجام شده و تمامی لغزش‌ها مورد بازدید صحرایی قرار گرفت(شکل۲).

[1]- Inconsistency

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲: نقشه نقاط لغزشی حوضه وارک

زمین‌لغزش‌های مشاهده شده در منطقه به طور عموم ناشی از فرآیندهای مختلف انسان‌ساخت، درونی (زمین ساخت) و بیرونی می‌باشند. از جمله عوامل موثر بر زمین‌لغزش در حوضه وارک می‌توان به عوامل آبراهه، تغییر کاربری اراضی، شیب و لیتولوژی اشاره نمود. در برخی از قسمت‌های منطقه و به ویژه در مجاورت جاده‌ها و معابر منطقه شاهد تأثیر تشدیدی عوامل انسانی از قبیل تغییر کاربری اراضی، راه‌ها و ترانشه‌زنی، بر وقوع زمین‌لغزش‌ها هستیم.

در منطقه مورد مطالعه ۳۸ نقطه لغزشی با مساحت ۱۰/۳۴ کیلومتر مربع شناسایی شده است. زمین‌لغزش‌های اتفاق افتاده در این منطقه دارای چهار ساز و کار لغزش چرخشی، جریان، ریزش و مرکب می‌باشند (شکل ۳).

پس از تهیه نقشه نقاط لغزشی، با مطالعات انجام شده و در نظر گرفتن نقشه‌های موجود، ۱۰ پارامتر جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک مورد بررسی قرار گرفته و نقشه آن‌ها تهیه گردیده است(شکل۴).

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳: زمین‌لغزش مرکب (ریزش و جریان) در سازند کشکان حوضه وارک

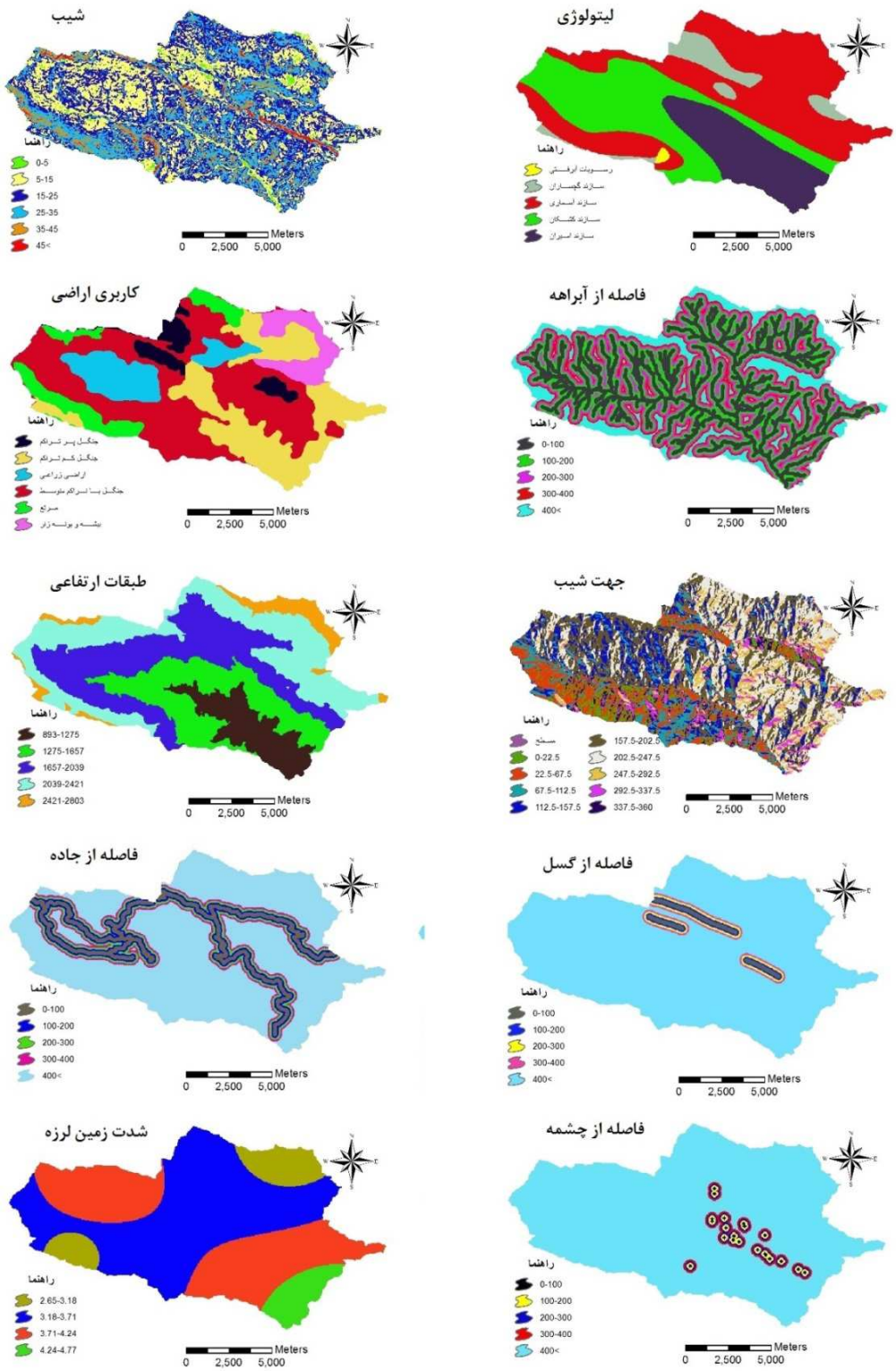
در این تحقیق به منظور بررسی حساسیت طبقات هر یک از عوامل موثر بر لغزش از مدل نسبت فراوانی[1] استفاده شده است. بدین منظور ابتدا با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی درصد پیکسل‌های لغزشی و فاقد لغزش منطقه مورد مطالعه تعیین و سپس نسبت فراوانی برای هر یک از طبقه‌های عوامل از تقسیم نسبت درصد پیکسل‌های لغزشی به درصد پیکسل‌های غیر لغزشی محاسبه گردیده است (جدول ۳).

بررسی هر یک از عوامل با استفاده از نسبت فراوانی نشان می‌دهد که در عوامل فاصله از چشمه و شدت زمین‌لرزه نتایج دور از انتظار بود. در صورتیکه انتظار می‌رفت که بیشترین حساسیت در این عوامل در کلاس با فاصله نزدیک به چشمه‌ها (۱۰۰-۰ متر) و همچنین کلاس با بیشترین شدت زمین لرزه (۴/۷۷-۴/۲۴ مرکالی) باشد اما بر خلاف انتظار در این کلاس‌ها هیچگونه لغزشی روی نداده بود؛ لذا در این تحقیق به منظور پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش از این عوامل صرفنظر گردیده است.

1- Frequency Ratio

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: نقشه عوامل موثر بر زمین‌لغزش‌های حوضه وارک

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳: بررسی عوامل موثر بر لغزش با استفاده از مدل نسبت فراوانی

عامل	کلاس	درصد مساحت هر کلاس	درصد لغزش در هر کلاس	درصد مساحت غیرلغزشی هر کلاس	نسبت فراوانی
شیب	۵-۰	۲/۳۲	۱/۴۸	۲/۳۸	۰/۶۲
	۱۵-۵	۳۰/۹۲	۲۷/۲۷	۳۱/۲۱	۰/۸۷
	۲۵-۱۵	۳۹/۳۲	۳۲/۸۶	۳۹/۸۴	۰/۸۲
	۳۵-۲۵	۲۰/۶۰	۲۳/۴۲	۲۰/۳۷	۱/۱۴
	۴۵-۳۵	۵/۶۷	۱۱/۳۷	۵/۲۲	۲/۱۷
	۴۵<	۱/۱۴	۳/۵۶	۰/۹۵	۳/۷۴
لیتولوژی	رسوبات آبرفتی	۰/۳۷	۰	۰/۴۰	۰
	سازند گچساران	۷/۰۸	۸/۶۹	۶/۹۵	۱/۲۴
	سازند آسماری	۴۴/۸۳	۶۶/۶۶	۴۳/۰۸	۱/۵۴
	سازند کشکان	۲۹/۲۵	۲۱/۳۹	۲۹/۸۸	۰/۷۱
	سازند امیران	۱۸/۴۵	۳/۲۴	۱۹/۶۶	۰/۱۶
جهت شیب	مسطح	۰/۰۰۵	۰	۰/۰۰۵	۰
	۰-۲۲/۵	۵/۷۴	۶/۶۴	۵/۶۶	۱/۱۷
	۲۲/۵-۶۷/۵	۱۱/۲۱	۱۱/۵۹	۱۱/۱۸	۱/۰۳
	۶۷/۵-۱۱۲/۵	۸/۵۰	۸/۹۲	۸/۴۶	۱/۰۵
	۱۱۲/۵-۱۵۷/۵	۱۲/۷۸	۱۸/۳۳	۱۲/۳۴	۱/۴۸
	۱۵۷/۵-۲۰۲/۵	۲۴/۳۸	۲۹/۳۸	۲۳/۹۸	۱/۲۲
	۲۰۲/۵-۲۴۷/۵	۲۱/۰۱	۱۵/۲۴	۲۱/۴۷	۰/۷۱
	۲۴۷/۵-۲۹۲/۵	۸/۳۷	۳/۲۶	۸/۷۸	۰/۳۷
	۲۹۲/۵-۳۳۷/۵	۴/۷۲	۲/۸۱	۴/۸۷	۰/۵۷
	۳۳۷/۵-۳۶۰	۳/۲۴	۳/۷۹	۳/۲۰	۱/۱۸
فاصله از آبراهه	۰-۱۰۰	۳۲/۹۰	۲۲/۷۴	۳۳/۷۱	۰/۶۷
	۱۰۰-۲۰۰	۲۳/۲۲	۲۰/۶۲	۲۳/۴۳	۰/۸۸
	۲۰۰-۳۰۰	۱۸/۳۷	۲۲/۱۷	۱۸/۰۷	۱/۲۲
	۳۰۰-۴۰۰	۱۰/۹۰	۱۵/۰۶	۱۰/۵۷	۱/۴۲
	۴۰۰<	۱۴/۵۸	۱۹/۳۸	۱۴/۲۰	۱/۳۶
فاصله از جاده	۰-۱۰۰	۸/۴۰	۵/۹۷	۸/۵۹	۰/۶۹
	۱۰۰-۲۰۰	۶/۶۱	۵/۸۶	۶/۶۷	۰/۸۷
	۲۰۰-۳۰۰	۶/۷۹	۷/۰۲	۶/۷۷	۱/۰۳
	۳۰۰-۴۰۰	۵/۵۹	۶/۲۱	۵/۵۴	۱/۱۲
	۴۰۰<	۷۲/۵۹	۷۴/۹۲	۷۲/۴۰	۱/۰۳
فاصله از گسل	۰-۱۰۰	۱/۵۷	۲/۲۴	۱/۵۱	۱/۴۷
	۱۰۰-۲۰۰	۱/۴۳	۲/۲۵	۱/۳۶	۱/۶۵
	۲۰۰-۳۰۰	۱/۷۱	۳/۰۱	۱/۶۱	۱/۸۶
	۳۰۰-۴۰۰	۱/۶۵	۳/۱۶	۱/۵۳	۲/۰۶
	۴۰۰<	۹۳/۶۲	۸۹/۳۱	۹۳/۹۷	۰/۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

کاربری اراضی	جنگل پر تراکم	۵/۶۹	۳/۶۱	۵/۸۶	۰/۶۱
	جنگل کم تراکم	۲۶/۷۹	۲۱/۷۷	۲۷/۱۹	۰/۸۰
	اراضی زراعی	۱۰/۷۱	۸/۶۷	۱۰/۸۷	۰/۷۹
	جنگل با تراکم متوسط	۴۱/۵۵	۴۲/۸۶	۴۱/۴۴	۱/۰۳
	اراضی مرتعی	۸/۳۵	۲۰/۷۱	۷/۳۷	۲/۸۰
	بیشه و بوته‌زار	۶/۸۸	۲/۳۶	۷/۲۴	۰/۳۲
طبقات ارتفاعی	۸۹۳-۱۲۷۵	۱۱/۹۹	۰/۲۳	۱۲/۹۳	۰/۰۱
	۱۲۷۵-۱۶۵۷	۲۰/۷۷	۱۸/۵۵	۲۰/۹۴	۰/۸۸
	۱۶۵۷-۲۰۳۹	۳۱/۵۵	۳۷/۶۸	۳۱/۰۷	۱/۲۱
	۲۰۳۹-۲۴۲۱	۲۹/۵۳	۳۷/۸۱	۲۸/۸۷	۱/۳۰
	۲۴۲۱-۲۸۰۳	۶/۱۳	۵/۷۱	۶/۱۷	۰/۹۲
شدت زمین‌لرزه	۲/۶۵-۳/۱۸	۹/۵۷	۱/۷۸	۱۰/۱۹	۰/۱۷
	۳/۱۸-۳/۷۱	۴۹/۸۹	۶۱/۷۰	۴۸/۹۵	۱/۲۶
	۳/۷۱-۴/۲۴	۳۴/۴۶	۳۶/۵۱	۳۴/۳۰	۱/۰۶
	۴/۲۴-۴/۷۷	۶/۰۵	۰	۶/۵۴	۰
فاصله از چشمه	۰-۱۰۰	۰/۴۱	۰	۰/۴۴	۰
	۱۰۰-۲۰۰	۱/۲۰	۰/۰۱	۱/۲۹	۰/۰۱
	۲۰۰-۳۰۰	۱/۸۰	۰/۵۴	۱/۹۰	۰/۲۸
	۳۰۰-۴۰۰	۱/۸۴	۱/۵۰	۱/۸۷	۰/۸۰
	۴۰۰<	۹۴/۷۲	۹۷/۹۲	۹۴/۴۷	۱/۰۳

بعد از آماده کردن لایه‌های مورد نظر، استانداردسازی لایه‌ها انجام می‌شود. جهت استانداردسازی داده‌ها از روش فازی استفاده شده است. در این تحقیق با توجه به نسبت‌های فراوانی به دست آمده، از تابع عضویت Userdefined به منظور استانداردسازی لایه‌ها در محیط نرم افزار Idrisi استفاده گردید. یکی از بزرگترین مزایای استفاده از این نوع تابع عضویت، در نظر گرفتن بیش از چهار نقطه عطف یا کنترل است.

پس از استانداردسازی داده‌ها، با توجه به اینکه هر یک از لایه‌ها تاثیر متفاوتی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش دارند، وزن‌دهی به لایه‌ها ضرورت می‌یابد. برای این کار از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. بدین منظور ابتدا با مقایسه زوجی (بر اساس جدول ۲) لایه‌ها دو به دو با هم مقایسه و نتایج به دست آمده به منظور محاسبه اوزان هر یک از فاکتورهای استفاده شده به نرم‌افزار Expert Choice انتقال داده شد. نتایج به دست آمده از محاسبه ضریب ناسازگاری نشان داد که مقایسات به درستی انجام شده است (جدول ۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴: مقایسات زوجی عوامل موثر بر لغزش در حوضه وارک

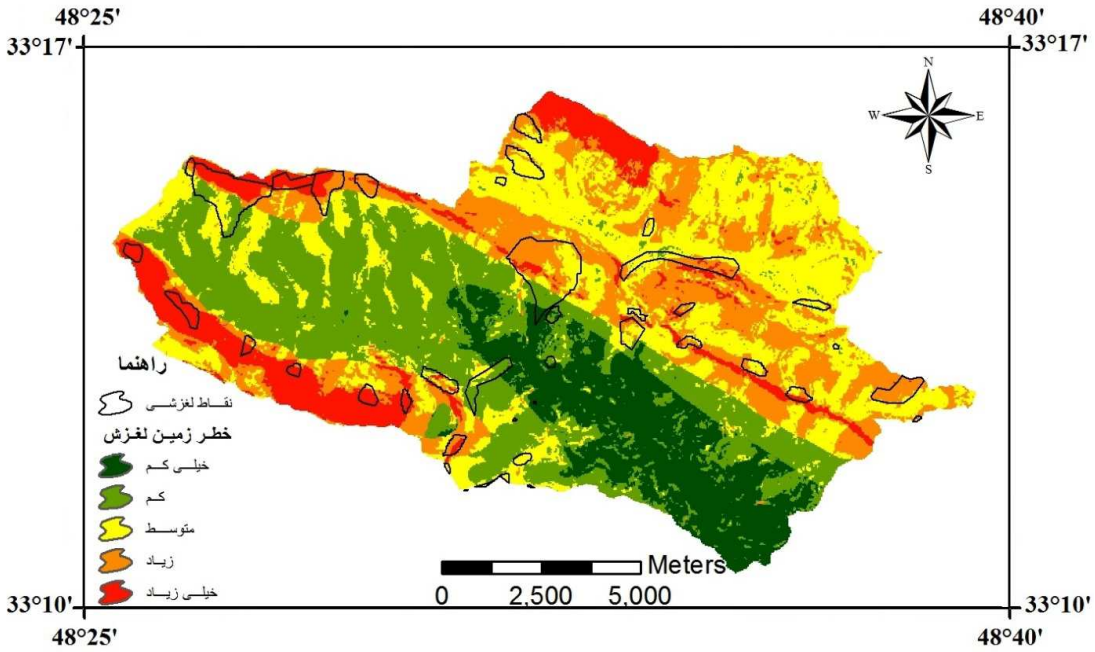
عوامل موثر بر لغزش	شیب	لیتولوژی	کاربری اراضی	آبراهه	ارتفاع	جهت شیب	جاده	گسل	وزن	ضریب ناسازگاری
شیب	۱	۲	۲	۳	۴	۵	۶	۶	۰/۲۹۸	۰/۰۲
لیتولوژی		۱	۱	۲	۳	۴	۵	۵	۰/۱۹۴	
کاربری اراضی			۱	۲	۳	۳	۴	۴	۰/۱۷۸	
آبراهه				۱	۲	۳	۴	۴	۰/۱۲۴	
ارتفاع					۱	۲	۳	۳	۰/۰۸۱	
جهت شیب						۱	۲	۲	۰/۰۵۴	
جاده							۱	۱	۰/۰۳۵	
گسل								۱	۰/۰۳۵	

به منظور تهیه نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)؛ نقشه‌های فازی هر یک از عوامل در اوزان به دست آمده بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ضرب و نقشه تمام عوامل همپوشانی داده شدند. در نهایت نقشه پهنه‌بندی به ۵ کلاس شامل مناطق با خطر خیلی زیاد (۹/۵۲ درصد از مساحت)، زیاد (۲۱/۹۰ درصد)، متوسط (۲۷/۸۱ درصد)، کم (۲۶/۹۰ درصد) و خیلی کم (۱۳/۸۵ درصد) طبقه‌بندی گردیده است (شکل ۵).

بررسی نقشه حساسیت خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک نشان می‌دهد که بیشترین حساسیت به خطر زمین‌لغزش در قسمت‌هایی از شمال، شمال‌غرب و جنوب‌غرب منطقه و کمترین حساسیت در قسمت‌هایی از مرکز و جنوب شرق واقع شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵: نقشه حساسیت خطر زمین‌لغزش در حوضه وارک

ارزیابی نتایج

به منظور ارزیابی نتایج به دست آمده با استفاده از روش ترکیب خطی وزن‌دار، پس از تهیه نقشه نقاط لغزشی، با قطع دادن آن با نقشه خطر لغزش‌های منطقه؛ مساحت لغزش در هر کلاس خطر تعیین و با استفاده از رابطه ۲ دقت مدل استفاده شده برآورد گردید (جدول ۵). بر اساس نتایج به دست آمده بیش از ۸۵ درصد از لغزش‌های منطقه با مساحت ۸/۸۳ کیلومترمربع در کلاس‌های خطر متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارد. همانطور که در رابطه ۲ بیان شده است هرچه درصد لغزش‌های رخ داده در کلاس‌های خطر متوسط به بالا به ۱۰۰ درصد نزدیکتر باشد نشان دهنده افزایش دقت مدل مورد استفاده می‌باشد، لذا بر اساس نتایج به دست آمده روش استفاده شده از دقت بالایی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش‌های منطقه برخوردار است.

جدول ۵: نتایج به دست آمده از ارزیابی روش ترکیب خطی وزن‌دار

کلاس خطر	تعداد پیکسل‌های لغزش در هر کلاس (ابعاد ۳۰*۳۰ متر)	دقت (درصد)
خیلی کم	۱۵۵	۸۵/۴۷
کم	۱۵۰۸	
متوسط	۳۱۱۶	
زیاد	۳۹۱۸	
خیلی زیاد	۲۷۵۱	

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

حوضه وارک به دلیل قرارگیری در زون زاگرس چین‌خورده، خصوصیات متنوع زمین‌شناسی نظیر لیتولوژی، زمین‌ساخت و شرایط خاص آب و هوایی مستعد بروز خطرات ناشی از پدیده زمین‌لغزش می‌باشد. با توجه به متفاوت بودن درجه اهمیت عوامل مؤثر در ایجاد زمین لغزش‌ها، شناسایی و اولویت‌بندی درست عوامل برای جلوگیری از وقوع خطر زمین‌لغزش امری الزامی است. در این پژوهش از قضاوت‌های شفاهی (نظر کارشناسی) و استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به عنوان یکی از مدل‌های چند معیاره تصمیم‌گیری، برای اولویت‌بندی و وزن‌دهی عوامل مؤثر بر وقوع لغزش‌های منطقه استفاده شده است. بدین منظور ۱۰ عامل موثر بر خطر زمین‌لغزش مورد بررسی قرار گرفته است که به ترتیب اولویت عوامل شیب، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از آبراهه، ارتفاع، جهت‌شیب، فاصله از جاده و گسل مهمترین نقش را در ایجاد لغزش‌های منطقه دارا بوده و دو عامل شدت زمین‌لرزه و فاصله از چشمه نقشی در رخداد لغزش‌های منطقه نداشته و در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش از این عوامل صرفنظر گردیده است.

در این تحقیق برای پهنه‌بندی خطر زمین لغزش از روش ترکیب خطی وزن‌دار استفاده شده است. نتایج به دست آمده از این روش نشان می‌دهد که به ترتیب ۱۳/۸۵، ۲۶/۹۰، ۲۷/۸۱، ۲۱/۹۰ و ۹/۵۲ درصد از مساحت منطقه در کلاس‌های خطر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. ارزیابی نتایج با استفاده از شاخص احتمال تجربی نشان دهنده مطلوبیت عملکرد روش بکار رفته شده با دقت بیش از ۸۵ درصد می‌باشد.

بر اساس نقشه تهیه شده بیشترین حساسیت به خطر زمین‌لغزش در قسمت‌هایی از شمال، شمال غرب و جنوب غرب منطقه قرار دارد که علت آن را می‌توان به لیتولوژی حساس سازند آسماری (وجود مارن بصورت میان لایه در بین لایه‌های آهک)، شیب‌های مستعد خطر زمین‌لغزش و چرای بی‌رویه دام‌ها در اراضی مرتعی واقع شده در این پهنه‌ها نسبت داد و کمترین حساسیت در قسمت‌هایی از مرکز و جنوب‌شرق منطقه واقع شده است که علت آن را می‌توان به شیب و ارتفاع پایین‌تر این قسمت‌ها نسبت داد.

در نهایت با توجه به قرارگیری بیش از ۳۰ درصد از مساحت منطقه در طبقات با خطر زیاد و خیلی‌زیاد، پیشنهاد می‌شود هرگونه تغییر در کاربری منطقه با بررسی مطالعات انجام شده بر روی زمین‌لغزش‌های حوضه صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد و در قالب طرح پژوهشی به انجام رسیده است. لذا به موجب همکاری صمیمانه معاونت پژوهشی این دانشگاه، نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به ایشان ابراز می‌دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

قبادی محمدحسین، چرچی عباس (۱۳۸۱). ارزیابی مقدماتی خطر زمین‌لرزه در شهر اهواز، مجله علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شماره ۹، صفحات ۶۷-۵۱.

کلارستاقی عطااله (۱۳۸۱). بررسی نقش عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۴۱ ص.

مهجوری رضا (۱۳۹۱). سنجش توزیع مکانی سوانح آتش‌سوزی، تعیین بهترین محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی و مسیر بهینه با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و منطق فازی در شهر اهواز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۴ ص.

میرصانعی سیدرضا، کاردان رحمت‌اله (۱۳۷۸). نگرشی تحلیلی بر ویژگی‌های زمین‌لغزش کشور، مجموعه مقالات اولین کنفرانس زمین-شناسی مهندسی محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران، صفحات ۱۱۰-۱۰۴.

Ayalew, L. Yamagishi, H. Marui, H. Kanno, T. (2005), “Landslide in Sado Island of Japan part II. GIS-based susceptibility mapping with comparisons of results from to methods and verifications”, Engineering Geology, 81: 432-445.

Baharvand, S. Soori, S. (2015), “Landslide Hazard Zonation Using AHP Model (A case study: Ayvashan dam watershed, Lorestan)”, Journal of Geotechnical Geology, 12(1): 29-37.

Carrara, A. Guzzetti, F. (1995), “Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards”, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands, pp: 135-175.

Glade, T. (2003), “Landslide occurrence as a response to dramatic land use change”, Catena, 51(3-4): 297-314.

Larsen, MC. Parks, JE. (1977), “How wide is a road? The association of roads and mass-wasting in a forested montane environment”, Earth Surface Processes and Landforms, 22: 835-848.

Mathew, J. Jha, VK. Rawat, GS. (2007), “weights of evidence modeling for landslide hazard zonation mapping in part of Bhagirathi valley, Uttarakhand”, Current Science, Vol. 92, No. 5, 10.

Mezughi, TH. Akhir, JM. Rafek, AG. Abdullah, I. (2012), “Analytical Hierarchy Process Method for Mapping Landslide Susceptibility to an Area along the E-W Highway (Gerik-Jeli), Malaysia”, Asian Journal of Earth Sciences, 5: 13-24.

Moradi, M. Baziar, MH. Mohamadi, Z. (2012), “GIS-Based LandslideSusceptiblity Mapping by AHP Method, A Case Study, Dena City, Iran”, J.Basic. Appl. Sci. Res, 2(7): 6715-6723.

Regmi, NR. Giardio, J. Vitek, J. (2010), “Modeling susceptibility to landslides using the weight of evidence approach: Western Colorado, USA”, Geomorphology, 115: 172-187.

Saaty, TL. Vargas, LG. (2001), “models, methods, concepts, and applications of the Analytica Hierarchy process”, 1st ed. Kluwer Academic, Boston, 333p.

Sarkar, S. Kanungo, DP. Mehrotar, S. (1995), “Landslide zonation(a case study in Garwal Himalaya, India”, Mountain Research and Development, 15(4): 301-309.

Tangestani, M. (2008), “A Comparative Study of Dempster-Shafer and fuzzy models for landslide susceptibility mapping using a GIS: An experience from the Zagros Mountains, SW Iran”, Journal of Asian Earth Sciences 35: 66-73.

Wei dong, W. Cui-ming, X. Xiang-gang, D. (2009), “Landslides susceptibility mapping in Guizhou province based on fuzzy theory”, Mining Science and Technology, 19: 0399–0404.

Yilmaz, I. (2009), “Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat-Turkey)”, Computers and Geosciences, 35: 1125-1138.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.07, Issue 16, Summer 2018 ----------

Prioritization of Landslide Effective Factors and its Hazard Mapping Using Weighted Linear Combination method (case study: Vark watershed)

Siamak Baharvand[1]*, Jafar RahnamaRad[2], Salman Soori[3]

Received: 25-02-2017 Accepted: 14-06-2017

Abstract

Landslide is a kind of natural disasters causing enormous human and financial losses every year in different countries. Identification and classification of landslide prone areas and their hazard zonation are of the most important steps in the assessment of environmental risks and play an indispensable role in watershed basins management. This study attempts to determine the relative risk of slope instability and landslide occurrence in the Vark area using Weighted Linear Combination (WLC) method. As the first step, In order to assess the stability of slopes, the occurred landslides in this area was recorded using the satellite images, Google Earth software and field observations. The impact of each factor on landslides such as slope, aspect, land use, elevation, lithology, earthquake intensity and distance from fault, road, spring, and drainage were defined in the Arc GIS software. The map of each factor was standardized and weighted using Fuzzy Logic and Analytic Hierarchy Process (AHP), respectively. Investigation of the factors affecting the risk of landslides in the basin of vark indicates tow factors including the slope and the lithology have the most important role in the occurrence of landslides in the area. According to the results of using the WLC in landslide risk zonation, 13.85, 26.90, 27.81, 21.90 and 9.52 percent of the area are located in very low, low, medium, high and very high-risk classes respectively. The investigation of the risk sensitive to the risk of landslides is located in parts of the north, north west and south west areas.

Keywords: landslide, Vark basin, Lorestan province, WLC method, GIS.

[1]*- Assistant Professor, Department of Geology, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
Email: sbbaharvand53@gmail.com
[2]- Associate Professor, Department of Geology, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran
[3]- Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

www.SID.ir